

Rec'd PCT/PTO 07 JUL 2005

PCT/JP03/16060

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

15.12.03  
10/541571

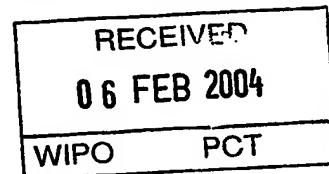
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 1月 8日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-001939  
[ST. 10/C]: [JP2003-001939]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社安川電機

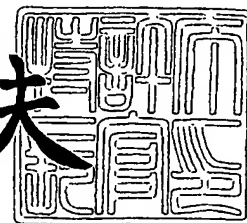


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



Best Available Copy

【書類名】 特許願  
【整理番号】 M0209060M  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02P 5/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 竹森 由高

## 【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 小宮 剛彦

## 【特許出願人】

【識別番号】 000006622

【氏名又は名称】 株式会社安川電機

## 【代理人】

【識別番号】 100099508

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 久

【電話番号】 092-413-5378

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121371

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 和人

【電話番号】 092-413-5378

【選任した代理人】

【識別番号】 100116296

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 幹生

【電話番号】 092-413-5378

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013930

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0212037

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数軸を有する機械の一つの軸を駆動する電動機と、制御指令を受けて前記電動機を駆動する制御器とを有する電動機制御系を前記機械の複数軸についてそれぞれ備え、各電動機制御系に、前記機械の動作量を検出する検出器と、前記検出器の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器と、前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、

前記機械に振動を伝える制御指令を前記電動機制御系の少なくとも一方に与える少なくとも 1 つの指令発生器を設け、前記複数の検出器の信号を前記複数の信号処理器に入力して共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 2】 前記信号処理器は、前記複数の検出器の信号を入力して、信号の和を共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 3】 前記検出器は電動機の位置または速度、あるいは前記機械の可動部の位置または速度を検出するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 4】 前記複数の電動機制御系の一部または全てがオープンループの場合には、前記指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の制御器に入力されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 5】 前記複数の電動機制御系の一部または全てにおいて、前記指令発生器からの制御指令と前記検出器からの前記機械の動作量との偏差に応じた制御指令を前記制御器に与える閉ループ制御器を備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 6】 前記電動機制御系の一部または全てにおいて、前記検出器からの前記機械の動作量と動作指令との偏差に応じた制御指令を出力する閉ループ

制御器と、その制御指令に含まれる所定の帯域の信号を低減するフィルタ処理部とを備え、前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和が前記制御器に入力されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 7】 前記制御指令は、掃引正弦波信号であり、前記信号処理器は前記指令発生器が出力する前記掃引正弦波信号の周波数情報と少なくとも 1 つ前記検出器の信号を入力し、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波数を共振周波数として出力するものであることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 8】 前記出力装置は、少なくとも 1 つの前記信号処理器の信号を周波数特性として出力するものであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 9】 前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数  $F_{\min}$  から最大周波数  $F_{\max}$  までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数  $F_{\min}$  以上の周波数だけを検出することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 10】 前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数  $F_{\min}$  から最大周波数  $F_{\max}$  までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数  $F_{\min}$  より大きい検出最小周波数  $F_{\lim}$  以上の周波数だけを検出することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

【請求項 11】 前記検出器と前記信号処理器の間にハイパスフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置

【請求項 12】 ある軸の前記検出器の信号を他軸の信号処理器に入力するスイッチが設けられていることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電動機を用いた位置決め装置に関するものであり、特に位置決め制御系を利用して多軸機械の共振周波数を検出する多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体製造装置や工作機械、産業用ロボット等では、電動機を用いて位置決め制御されることが多い。その位置決め精度には、機械の共振周波数が大きく影響するため、前もって正確な共振周波数をつかんでおくことが望ましく、同時に、制御系が組まれて稼動している状態で正確に測れることが望まれる。この必要性から、従来はFFT（高速フーリエ変換）を用いて周波数特性を解析し、共振周波数を割り出すという方法が用いられている。この従来技術を図に基づいて説明する。

## 【0003】

図14は電動機制御系に組み込まれた従来の共振周波数検出装置（特許文献1参照）の構成を示すブロック図である。図において、従来の共振周波数検出装置は、指令発生器11と、この指令発生器11からの指令信号Cを受けて電動機31, 32に駆動電流を供給する制御器21, 22と、電動機31, 32と、電動機31, 32によって駆動される機械41, 42と、電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出する検出器51, 52と、検出器51, 52の出力である応答信号 $S_1$ ,  $S_2$ に対してFFT演算を実施して共振周波数検出結果 $f_1$ ,  $f_2$ を算出するFFTアナライザ121, 122と、共振周波数検出結果 $f_1$ ,  $f_2$ を出力する出力装置81, 82とを備えている。

## 【0004】

この従来の共振周波数検出装置において、指令発生器11は指令信号Cを生成し、制御器21, 22に入力する。この指令に応じて制御器21, 22が電動機31, 32に電流を供給すると、電動機31, 32が機械41, 42を駆動する

。このとき、検出器 51, 52 は、電動機 31, 32 の回転位置や回転速度等の電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出して応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  を出力する。FFTアナライザ 121, 122 は応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  を入力すると FFT 演算を実施し、共振周波数検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  を算出する。出力装置 81, 82 は共振周波数検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  を入力すると数値やグラフ化して可視化したものを出力する。このようにして共振周波数が単軸ごとに計測される。

【0005】

【特許文献1】

特開平 6-78575 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術では、単軸ごとに共振周波数を計測するために、指令発生器から出された指令によって動作する 1 軸の共振周波数しか測定できず、動作軸に影響を与える他軸の共振周波数を測定することができない。そのために、従来では個別の軸ごとにサーボ調整を行うが、複数軸が稼動する場合には発振が起こることがあり、サーボ調整が難しいという問題があった。

そこで本発明は、複数軸を持つ機械においても、動作軸に影響を与える他軸の共振周波数を把握してサーボ調整を容易にすることのできる多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、複数軸を有する機械の一つの軸を駆動する電動機と、制御指令を受けて前記電動機を駆動する制御器とを有する電動機制御系を前記機械の複数軸についてそれぞれ備え、各電動機制御系に、前記機械の動作量を検出する検出器と、前記検出器の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器と、前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、前記機械に振動を伝える制御指令を前記電動機制御系の少なくとも一方に与える少なくとも 1 つの指令発生器を設け、前記複数の検出器の信号を

前記複数の信号処理器に入力して共振周波数として出力するようにしたことを特徴とするものである。

この発明においては、指令発生器からの指令信号に従って駆動される各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

#### 【0008】

請求項2に記載の発明は、前記信号処理器は、前記複数の検出器の信号を入力して、信号の和を共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする。

この発明においては、複数の検出器の信号の和を共振周波数として出力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項3に記載の発明は、前記検出器は電動機の位置または速度、あるいは前記機械の可動部の位置または速度を検出するものであることを特徴とする。

この発明においては、指令発生器からの指令信号に従って駆動される各電動機の動作量である位置または速度、あるいは前記機械の可動部の位置または速度を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項4に記載の発明は、前記複数の電動機制御系の一部または全てがオープンループの場合には、前記指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の制御器に入力されることを特徴とする。

この発明においては、指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項5に記載の発明は、前記複数の電動機制御系の一部または全てにおいて、前記指令発生器からの制御指令と前記検出器からの前記機械の動作量との偏差に応じた制御指令を前記制御器に与える閉ループ制御器を備えたことを特徴とする。



この発明においては、指令発生器からの制御指令と検出器からの機械の動作量との偏差に応じた制御指令を制御器に与える閉ループ制御器を通過した各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

#### 【0009】

請求項6に記載の本発明は、前記電動機制御系の一部または全てにおいて、前記検出器からの前記機械の動作量と動作指令との偏差に応じた制御指令を出力する閉ループ制御器と、その制御指令に含まれる所定の帯域の信号を低減するフィルタ処理部とを備え、前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和が前記制御器に入力されていることを特徴とする。

この発明においては、信号処理器に前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項7に記載の発明は、前記制御指令は、掃引正弦波信号であり、前記信号処理器は前記指令発生器が出力する前記掃引正弦波信号の周波数情報と少なくとも1つ前記検出器の信号を入力し、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波数を共振周波数として出力するものであることを特徴とする。

この発明においては、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波数を共振周波数として出力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項8に記載の発明は、前記出力装置は、少なくとも1つの前記信号処理器の信号を周波数特性として出力するものであることを特徴とする。

この発明においては、前記出力装置は、少なくとも1つの前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して共振周波数を確認することが可能となる。

請求項9に記載の発明は、前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 $F_{\min}$ から最大周波数 $F_{\max}$ までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 $F_{\min}$ 以上の周波数だけを検出することを特徴とする。

この発明においては、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力することにより、前記最小周波数 $F_{\min}$ 以上の共振周波数を把握することが可能となる。

#### 【0010】

請求項10に記載の発明は、前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 $F_{\min}$ から最大周波数 $F_{\max}$ までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 $F_{\min}$ より大きい検出最小周波数 $F_{\lim}$ 以上の周波数だけを検出することを特徴とする。

この発明においては、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力することにより、前記最小周波数 $F_{\min}$ より大きい $F_{\lim}$ 以上の共振周波数を把握することが可能となる。

請求項11に記載の発明は、前記検出器と前記信号処理器の間にハイパスフィルタが設けられていることを特徴とする。

この発明においては、信号処理器にハイパスフィルタ通過後の信号を入力することにより、ある周波数以上をカットした共振周波数を把握することが可能となる。

請求項12に記載の発明は、ある軸の前記検出器の信号を他軸の信号処理器に inputs スイッチが設けられていることを特徴とする。

この発明においては、スイッチが設けられていることにより、軸間の影響を1つ、もしくは複数の信号処理器で把握することが可能となる。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図1～図13に基づいて説明する。

##### <第1実施形態>

図1は本発明の第1実施形態に係る共振周波数検出装置の構成を示すブロック図である。なお、図14に示した従来の共振周波数検出装置の構成に対応する部分については、同一の符号を付している。

図1において、共振周波数検出装置は、1軸目の電動機制御系と、2軸目の電

動機制御系とを有し、指令発生器 11 と、制御器 21, 22 と、電動機 31, 32 と、電動機 31, 32 によって駆動される機械 41, 42 と、電動機 31, 32 の電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出する検出器 51, 52 と、検出器 51, 52 の出力である応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  に対して信号処理を行って共振周波数検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  を算出する信号処理器 61, 62 と、共振周波数検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  を出力する出力装置 81, 82 と、2 軸目の検出器 52 の応答信号  $S_2$  を 1 軸目の信号処理器 61 に加算するためのスイッチ 151 とを備えている。図 1 の電動機制御装置は機械 41, 42 が固定台等に共に搭載された一体の構成となっている。

### 【0012】

この第 1 実施形態の共振周波数検出装置において、指令発生器 11 は指令信号  $C$  を出力し、制御器 21 は、指令発生器 11 から受けた指令信号  $C$  に従って電動機 31 を駆動する。電動機 31, 32 に連結された検出器 51, 52 の出力は電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出し、応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  として信号処理器 61, 62 に送る。電動機 31 と機械 41、また電動機 32 と機械 42 はそれぞれ連結されているため、電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出すれば、機械 41 の共振特性と機械 41 に影響を与える機械 42 の共振特性を検出できる。この応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  は機械 41, 42 が周波数に依存して少しの外力でも大きな反応を示す共振周波数を持つため、信号処理器 61, 62 が周波数分析すると共振周波数を検出することができる。信号処理器 61, 62 の出力である周波数特性検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  は、出力装置 81, 82 にそれぞれの結果をグラフ化または数値化して出力できる。

2 軸目の検出器 52 の出力側と 1 軸目の信号処理器 61 とはスイッチ 151 で接続されており、スイッチ 151 が  $off$  の時は、応答信号  $S_1$ ,  $S_2$  として信号処理器 61, 62 に送り周波数特性検出結果  $f_1$ ,  $f_2$  を検出する。スイッチ 151 が  $on$  の時は、応答信号  $S_2$  は信号処理器 61 に入力され、信号処理器 61 で応答信号  $S_1$  と  $S_2$  の和を検出することにより、機械 41 の共振特性と機械 41 に影響を与える機械 42 の共振特性を 1 つの出力装置 81 で検出し、出力する。

なお、第1実施形態では電動機制御系が2つの例を示したが、3つ以上の場合にも適用することができる。

### 【0013】

#### <第2実施形態>

図2は本発明の第2実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器11から出力される指令信号Cが制御器21と制御器22の両方に入力するように設けられ、同時に2つの電動機31, 32を動作させる点が図1に示した第1実施形態と異なっている。共振周波数は第1実施形態と同様にして検出できる。

この第2実施形態においては、指令発生器11から指令信号Cに従って駆動される各電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出し、各信号処理器51, 52に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、第2実施形態では応答信号S2を信号処理器61に入力するようにスイッチ151を設定したが、応答信号S1を信号処理器62に入力するようにスイッチを設けてもよい。

また、図2では2つの電動機制御系を動作させているが、いくつあってもよい。

### 【0014】

#### <第3実施形態>

図3は第3実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器12から出力される指令信号Cが制御器22に入力するように設け、同時に2つの電動機31, 32を動作させる点が図1と異なっている。

共振周波数は第1実施形態または第2実施形態と同様にして検出できる。

この第3実施形態においては、2つの指令発生器11, 12から同じ指令信号もしくは異なる指令信号を各電動機制御系に与えて各電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出し、各信号処理器61, 62に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作

軸間の影響を把握することができる。

なお、図3では指令発生器と電動機制御系の組み合わせが2つであるが、いくつあってもよい。

【0015】

#### <第4実施形態>

図4は第4実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器12から出力される指令信号Cが制御器22、23に入力するように設け、同時に3つの電動機31、32、33を動作させる点と、検出器52、53とスイッチ151、152を並列に構成した点が図1と異なっている。

スイッチ151、152がoffの時は、応答信号S2、S3は信号処理器62、63に入力される。

スイッチ151がonの時は、応答信号S2は信号処理器61に入力される。

スイッチ152がonの時は、応答信号S3が信号処理器61に入力される。

スイッチ152、153がonの時は、応答信号S2、S3は信号処理器61に入力される。

共振周波数は第1実施形態から第3実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第4実施形態においては、1つの指令発生器11で1つの電動機制御系を、その他の指令発生器12でその他の電動機制御系に同じ指令信号もしくは異なる指令信号を各電動機制御系に与えて、各電動機31、32、33の電動機動作量m1、m2、m3を検出し、各信号処理器61、62、63に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量m1、m2、m3の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

なお、第4実施形態では、応答信号S2、S3を信号処理器61に入力するようにスイッチを設けているが、応答信号S1、S3を信号処理器62に、応答信号S1、S2を信号処理器63に入力するようにスイッチを設けてもよい。

また、図4では指令発生器11で動作している電動機制御系が1つ、指令発生器12で動作している電動機制御系が2つであるが、指令発生器、電動機制御系

はいくつあってもよい。

### 【0016】

#### <第5実施形態>

図5は第5実施形態の構成を示すブロック図であり、1つ以上の電動機制御系が閉ループをなしている場合のブロック図である。図5においては、検出器51, 52は電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出するように設けられており、また、制御器21, 22の前段に閉ループ制御器71, 72が設けられ、その前段に減算器が設けられている。そして減算器の(+)端子に印加される指令と検出器51, 52の信号が指令信号Cと比較され、その差を受けた閉ループ制御器71, 72が、その差を小さくするよう働いて制御器21, 22に指令を出力する。この閉ループ制御系に指令発生器11と信号処理器61, 62、出力装置81, 82、スイッチ151が追加され、指令発生器11の指令信号Cが減算器の(+)端子に印加される。共振周波数は第1実施形態から第4実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第5実施形態においては、指令発生器11から指令信号に従って駆動される各電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出し、各信号処理器61, 62に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図5では電動機制御系が2つであるが、いくつであっても良い。

### 【0017】

#### <第6実施形態>

図6は第6実施形態の構成を示すブロック図であり、図5において指令発生器11が出力する指令信号Cが減算器の(+)端子に印加していたものを、制御器21と閉ループ制御器71の間に設けた加算器の一方の入力端子に変えたものである。このような構成としても、共振周波数は第1実施形態から第5実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第6実施形態においては、指令発生器11から指令信号に従って駆動される各電動機31, 32の電動機動作量 $m_1$ ,  $m_2$ を検出し、各信号処理器61,

62に各信号を入力することにより、機械41の共振周波数と機械41に影響を与える機械42の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 $m_1$ 、 $m_2$ の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図6では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

#### 【0018】

##### <第7実施形態>

図7は第7実施形態の構成を示すブロック図である。この図は、図6の閉ループ制御器71、72の後段にフィルタ処理部81、82を追加挿入して設けた構成になっており、フィルタ処理部131、132は外部から指令を与えてフィルタ特性を変えることができるようになっている。第6実施形態と同様にして信号処理器61が共振周波数を検出し、その共振周波数検出結果 $f_1$ 、 $f_2$ をフィルタ処理部131、132に入力すると、その入力に応じてフィルタ処理部131、132が設定され、共振周波数の帯域の特性を抑えるフィルタとすることができる。共振周波数が検出できれば、共振周波数検出結果 $f_1$ 、 $f_2$ をもとにフィルタ処理部131、132の設定値を自動的に決定できる。共振周波数は第1実施形態から第6実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第7実施形態においては、指令発生器11から指令信号に従って駆動される各電動機31、32の電動機動作量 $m_1$ 、 $m_2$ を検出し、各信号処理器61、62に各信号を入力することにより、機械41の共振周波数と機械41に影響を与える機械42の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 $m_1$ 、 $m_2$ の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、この実施形態では指令信号Cをフィルタ処理部131、132と制御器21、22の間に設けた加算器の一方を入力としたが、閉ループ制御器71、72の前段に設けた減算器の(+)端子に入力してもよい。

また、図7では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

#### 【0019】

##### <第8実施形態>

図8は第8実施形態の構成を示すブロック図であり、図7の閉ループ制御器71, 72と、その前段の減算器付近の構成を変えた構成になっている。閉ループ制御器7B1, 7B2は、減算器、位置制御器91, 92、加算器、速度制御器101, 102、速度演算器111, 112から構成されている。この図で位置制御器91, 92の前段にある減算器の(+)端子には、大きさが0の動作指令Mを与えており、これによって位置ずれしないで共振周波数の検出が行なわれる。閉ループ制御器7B1, 7B2では、電動機動作量m1, m2を検出して得られた応答信号S1, S2が、減算器を経由して位置制御器91, 92に入力され、同時に、速度演算器111, 112を経由して速度制御器101, 102に入力される。そして速度制御器101, 102は位置制御器91, 92の出力と一致するように制御し、位置制御器91, 92は電動機動作量m1, m2の位置が動作指令Mの0位置と一致するように制御する。共振周波数は第1実施形態から第6実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第8実施形態においては、指令発生器11から指令信号に従って駆動される各電動機31, 32の電動機動作量m1, m2を検出し、各信号処理器61, 62に各信号を入力することにより、機械41の共振周波数と機械41に影響を与える機械42の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量m1, m2の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図8では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

#### 【0020】

図9は第7および第8実施形態の共振周波数検出装置で検出した共振周波数に基づいてフィルタ処理部131, 132のフィルタ特性を設定し、その後、設定したフィルタ処理部131, 132のフィルタ特性を生かして通常の運転をしているときの構成を示すブロック図である。この制御系で動作指令Mを入力すると、閉ループ制御器71, 72は、電動機動作量m1, m2と動作指令Mが一致するように制御し、共振を抑えるフィルタ処理部131, 132がうまく機能して電動機動作量m1, m2と動作指令Mがより一致しやすくなっている。

なお、図9の構成と図7の構成は、スイッチを設けて切り替えられるようにし



でもよい。また、図5、図6、図7、図9では閉ループ制御器71, 72を1つの制御器として示したが、図8の閉ループ制御器7B1, 7B2の構成のように位置制御器91, 92、速度演算器111, 112、速度制御器101, 102を含む構成としてもよい。また、機械の動作量が指令信号と一致するように電動機31, 32の動作を検出器51, 52が検出した応答信号S1, S2に基づき制御するのであれば、内部構成を変更した閉ループ制御器71, 72でもよい。フィルタ処理部81, 82や制御器21, 22を含めて順番や構成を変更してもよい。

また、図9の例では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

#### 【0021】

##### <第9実施形態>

図10は第9実施形態を示すブロック図であり、指令発生器11から出力される周波数情報Aが信号処理器61に inputs するように配置した点と、信号処理器61の計算方法が図1に示した第1実施形態と異なっている。

スイッチ151がoffの時は、信号処理器61は掃引正弦波指令の周波数情報Aと応答信号S1を受け取り、スイッチ151がonの時は、信号処理器61は掃引正弦波指令の周波数情報Aと応答信号S1, S2を受け取り、最小周波数 $F_{min}$ を過ぎた検出最小下限周波数 $F_{lim}$ から共振周波数の検出のための演算を行う。検出最小下限周波数 $F_{lim}$ 以上で、図11のように、応答信号S1, S2の絶対値が最大となるときの掃引正弦波の周波数を共振周波数と判断して共振周波数検出結果 $f_1$ ,  $f_2$ を出力する。

#### 【0022】

図12は掃引正弦波の周波数と時間の関係を示すグラフである。 $t_0$ から $t_e$ 間の時間中、最小周波数 $F_{min}$ から検出最小下限周波数 $F_{lim}$ を経て、最大周波数 $F_{max}$ まで周波数が増加する掃引正弦波指令を指令信号Cとなる。信号処理器61は検出最小下限周波数 $F_{lim}$ より高い周波数となる時間 $t_s$ から $t_e$ 間において、共振周波数の検出を実施する。なお、掃引正弦波の周波数と時間の関係は、直線に限られることは無く、任意の曲線であっても構わない。また、検出最小下限周波数 $F_{lim}$ を最小周波数 $F_{min}$ と同様に取り扱っても構わない。

信号処理器 61 は、2 つ以上の応答信号を加算し、1 つの応答信号にすることができる。

なお、図 10 では電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

#### 【0023】

##### <第 10 実施形態>

図 13 は第 10 実施形態の構成を示すブロック図である。図において、141, 142 はハイパスフィルタ手段である。指令信号 C が制御器 21 に、周波数情報 A が信号処理器 61 に入力するように設け、検出器 51, 52 が電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出し、これを応答信号 S1, S2 として、ハイパスフィルタ手段 141, 142 を経由して信号処理器 61, 62 に送る点が図 1 に示した第 1 実施形態と異なっている。

なお、この実施形態では信号処理器 61 は検出最小下限周波数  $F_{lim}$  以上という条件を付けなかったが、第 8 実施形態と同様に、検出最小下限周波数  $F_{lim}$  以上で、応答信号の絶対値が最大となる時の掃引正弦波の周波数を共振周波数と判断して出力してもよい。

この第 10 実施形態においては、指令発生器 11 から指令信号に従って駆動される各電動機 31, 32 の電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  を検出し、各信号処理器 61, 62 に各信号を入力することにより、機械 41 の共振周波数と機械 41 に影響を与える機械 42 の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$  の和を 1 つの信号処理器 61 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

また、図 13 では、電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

なお、第 1 実施形態から第 10 実施形態では、検出器 51, 52, 53 は電動機 31, 32, 33 に連結して電動機動作量  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  を検出しているが、検出器 51, 52, 53 を機械 41, 42, 43 に連結して機械動作量  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  を直接検出してもよい。

#### 【0024】

##### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、指令発生器からの指令信号に従って駆動

される各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号の和を入力するようにしたので、複数軸を持つ機械において、動作軸と動作軸に影響を及ぼす他軸の共振周波数を検出することができる。

また、共振周波数を検出すると共に、フィルタ処理部を設け、共振周波数を抑えるフィルタ処理入力値を自動入力して設定することにより、自動的に電動機制御装置の性能を向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施形態に係る共振周波数検出装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 2 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 3 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 4】 本発明の第 4 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 5】 本発明の第 5 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 6】 本発明の第 6 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 7】 本発明の第 7 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 8】 本発明の第 8 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 9】 本発明の第 9 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 10】 指令発生器が生成する指令信号の時間波形図である。

【図 11】 本発明を適用した掃引正弦波の周波数と時間の関係を示すグラフである。

【図 12】 本発明の第 10 実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 13】 フィルタ設定後の構成を示すブロック図である。

【図 14】 従来技術を適用した電動機制御系の構成を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

11, 12 : 指令発生器

21, 22, 23 : 制御器

31, 32, 33 : 電動機

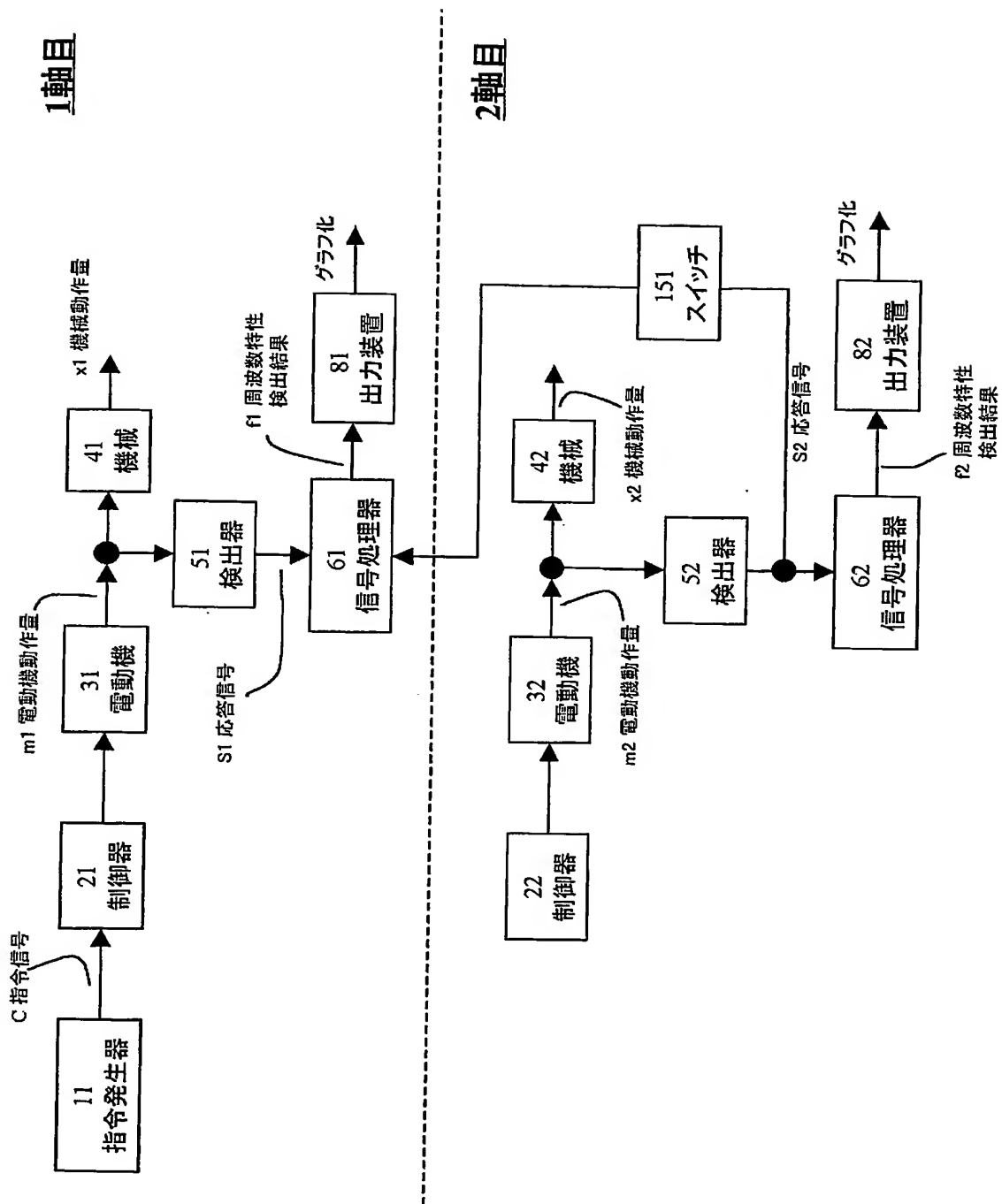
41, 42, 43 : 機械

5 1, 5 2, 5 3 : 検出器  
6 1, 6 2, 6 3 : 信号処理器  
7 1, 7 2, 7 B 1, 7 B 2 : 閉ループ制御器  
8 1, 8 2 : 出力装置  
9 1, 9 2 : 速度制御器  
1 0 1, 1 0 2 : 位置制御器  
1 1 1, 1 1 2 : 速度演算器  
1 2 1, 1 2 2 : F F T アナライザ  
1 3 1, 1 3 2 : フィルタ処理部  
1 4 1, 1 4 2 : ハイパスフィルタ

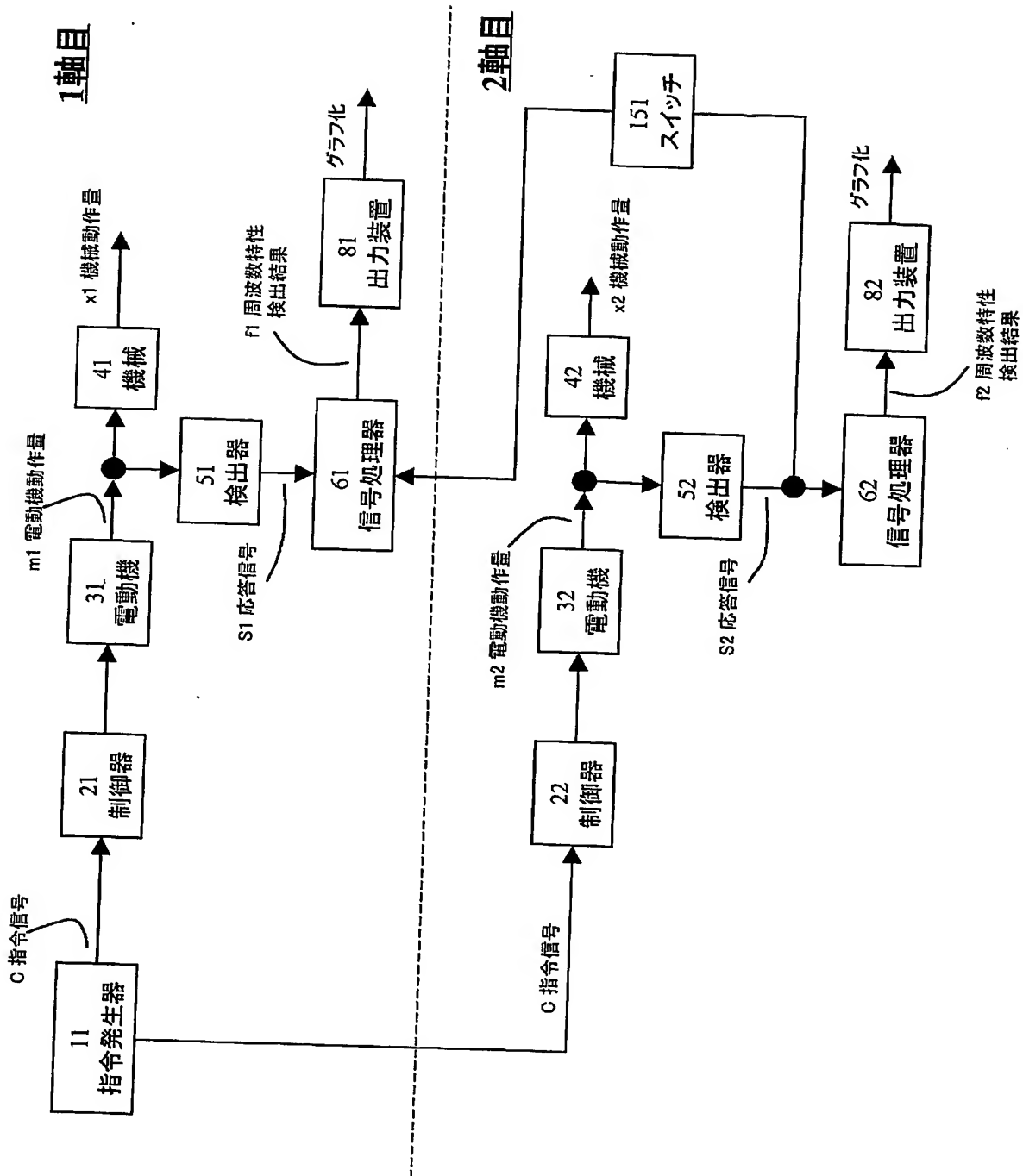
【書類名】

図面

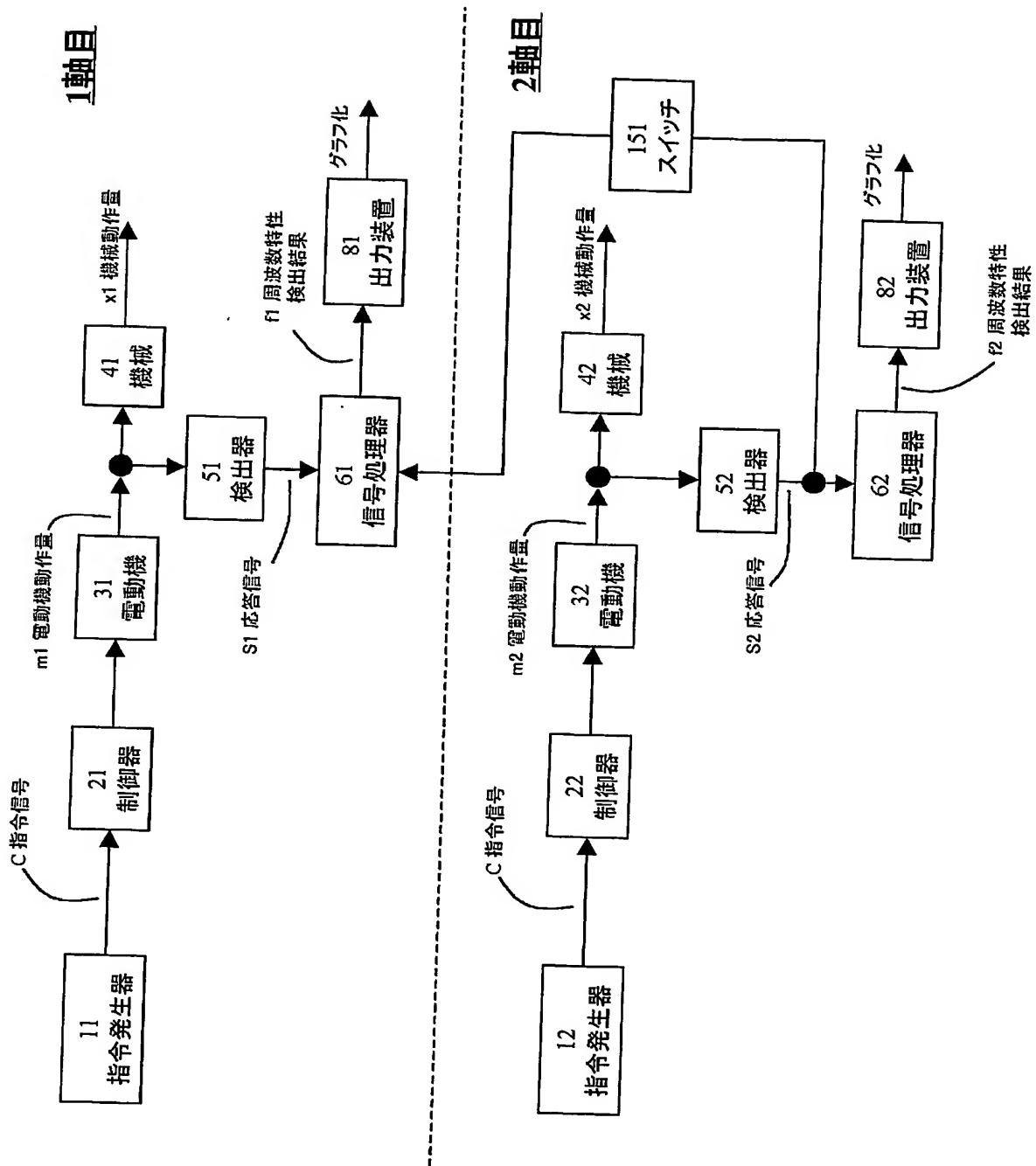
【図 1】



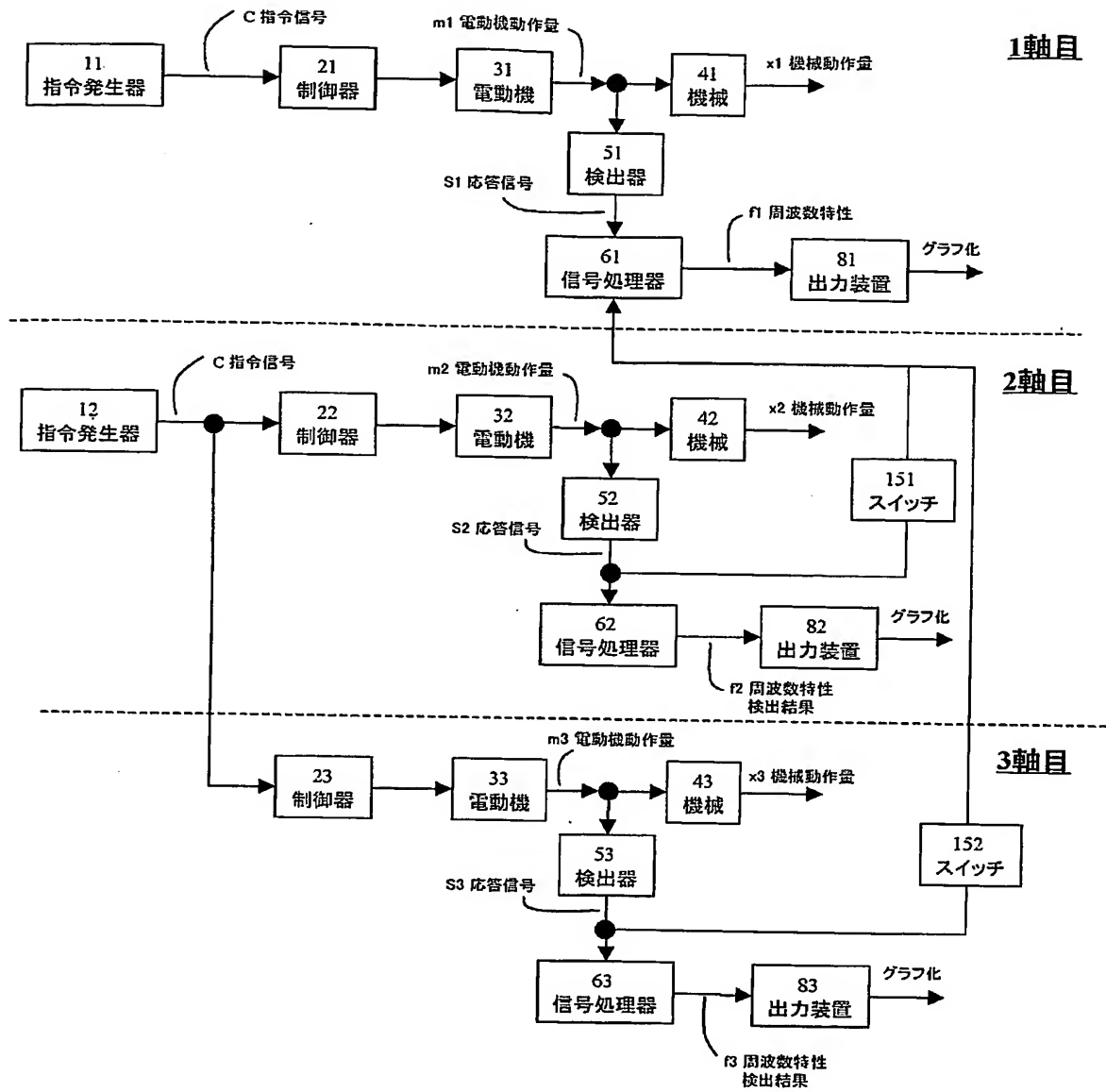
【図 2】



【図 3】

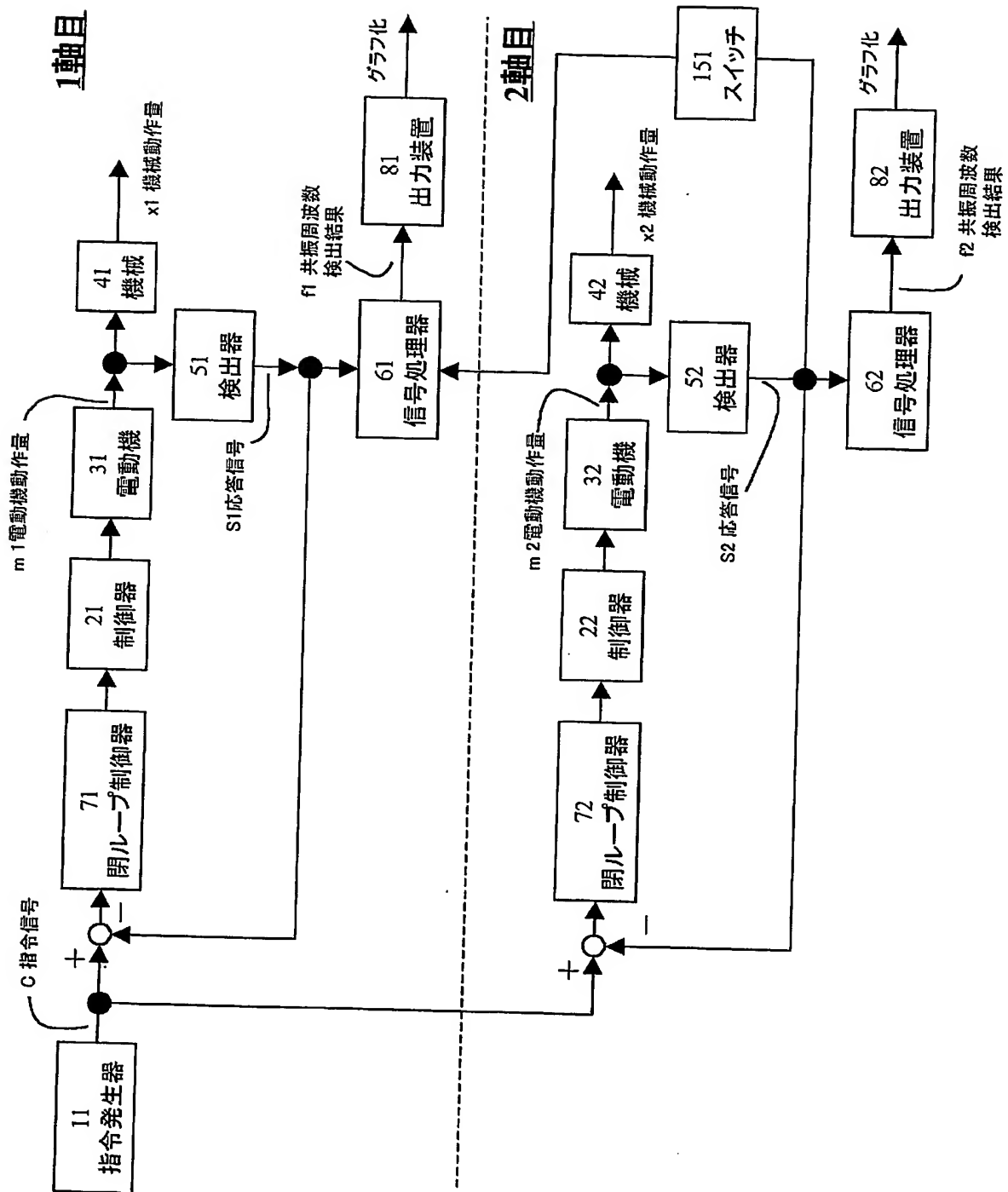


【図 4】

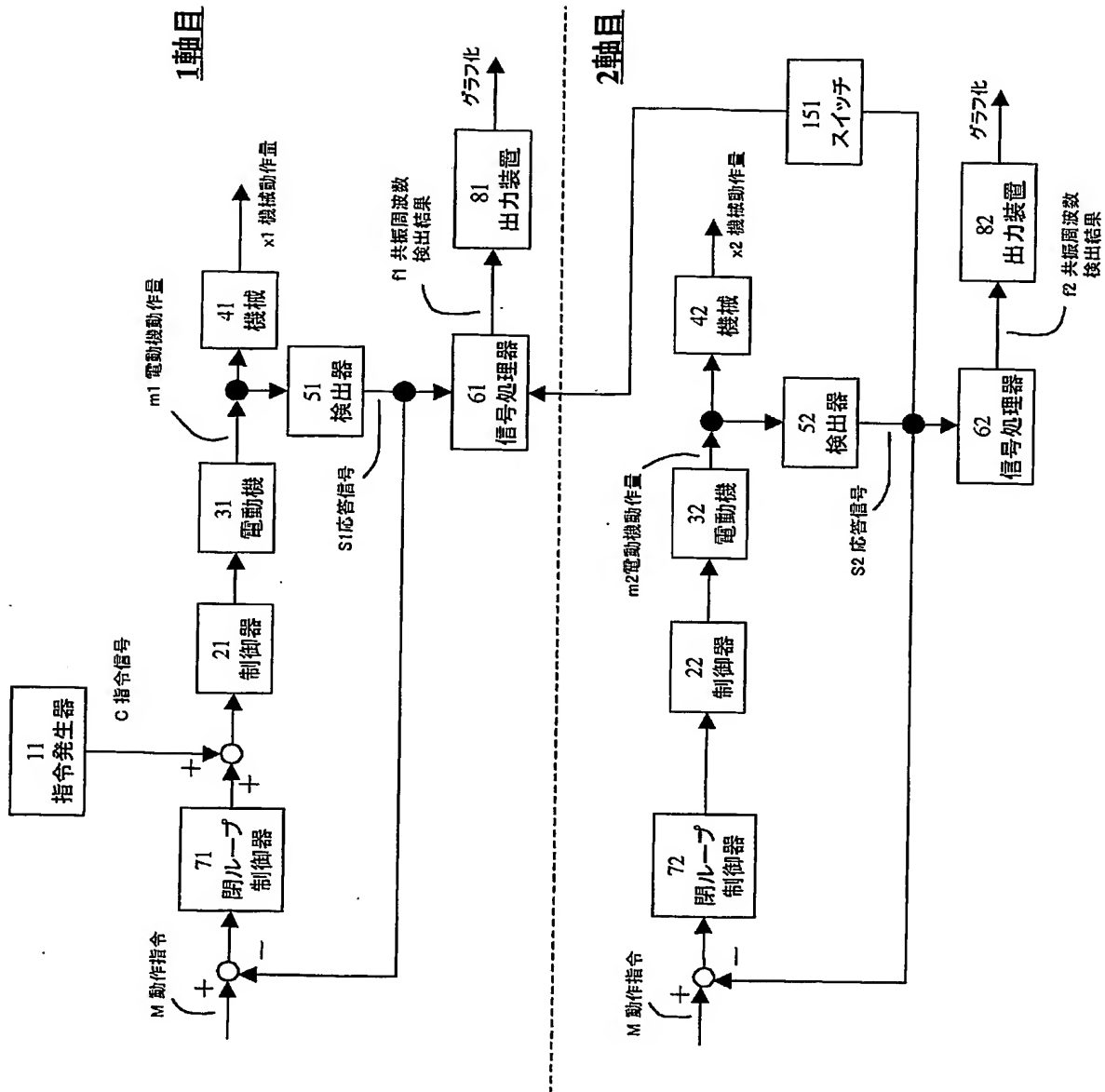




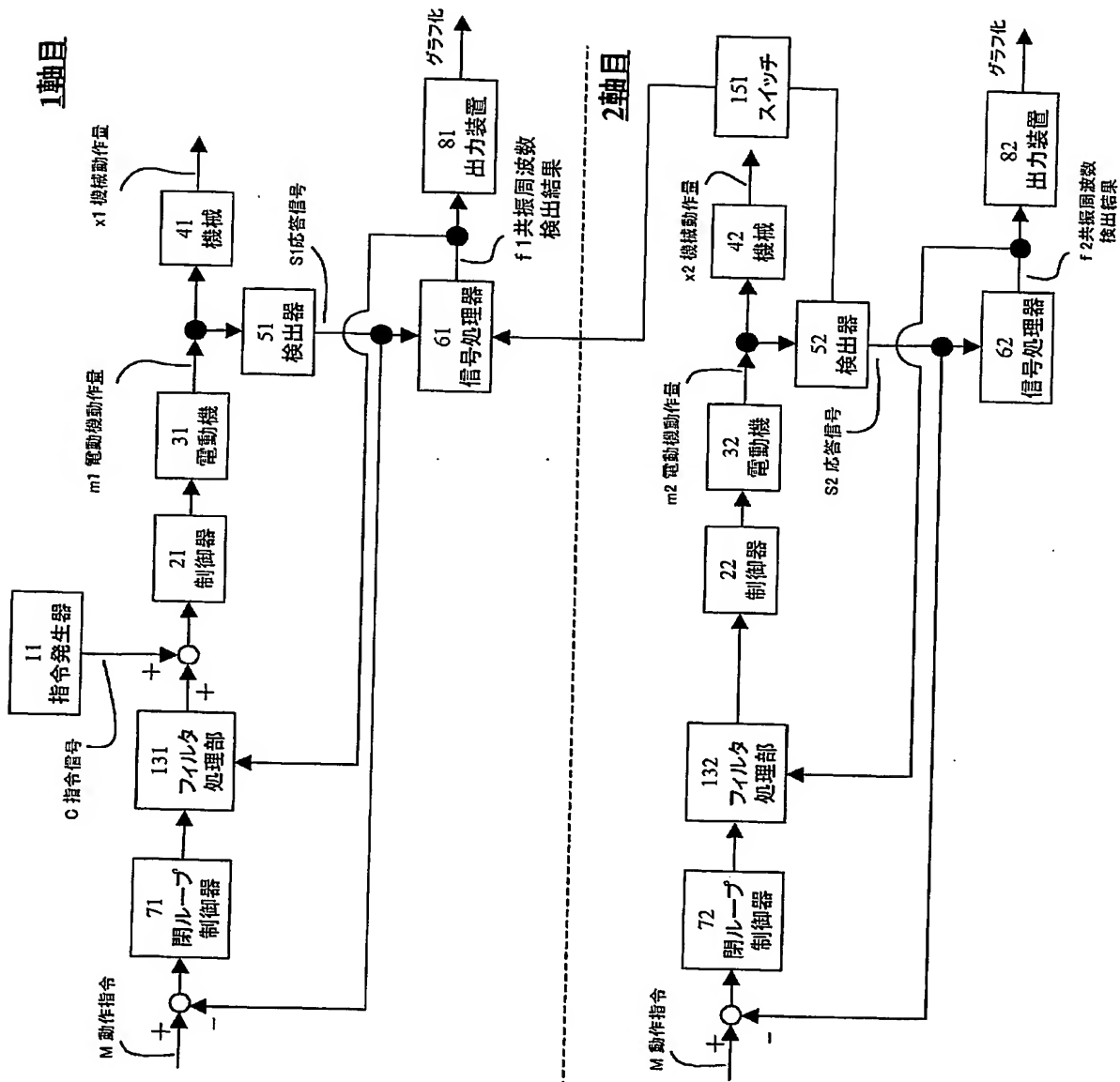
【図5】



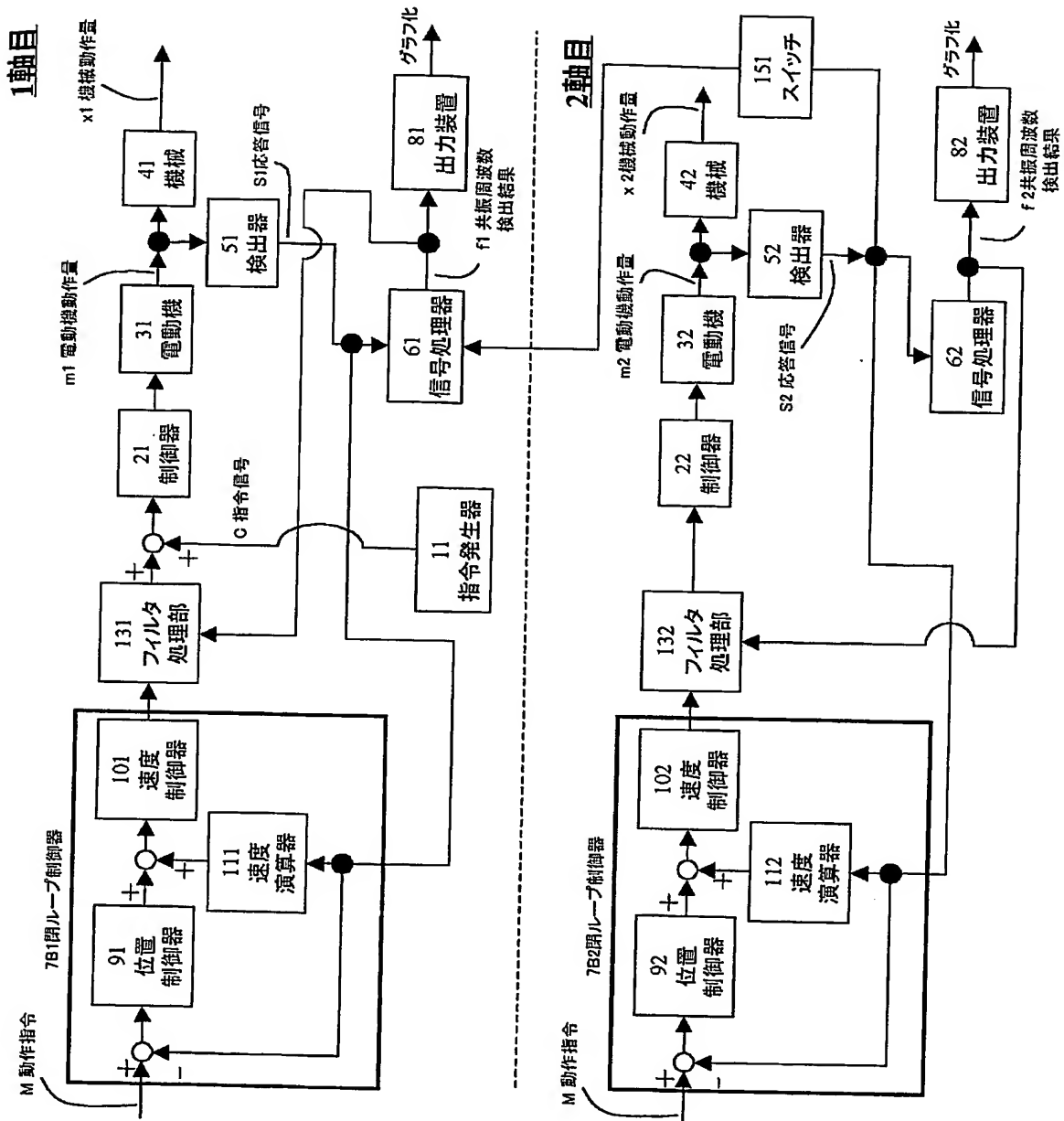
【図 6】



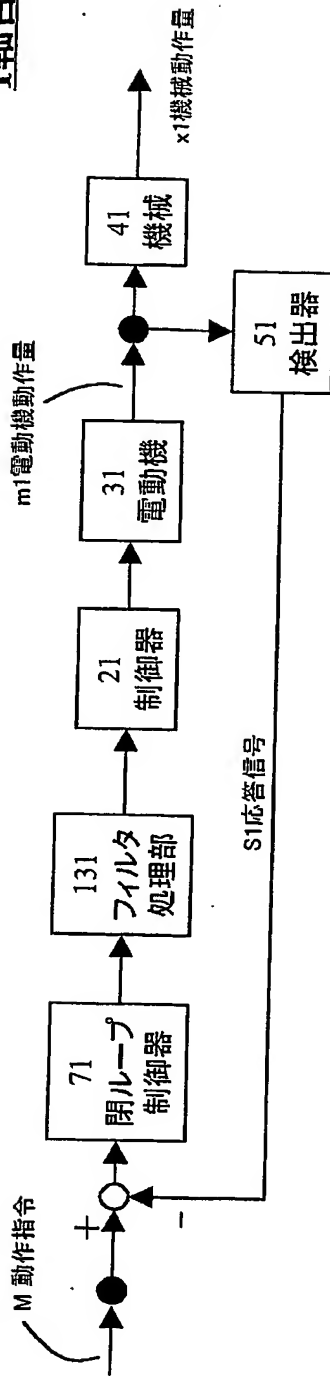
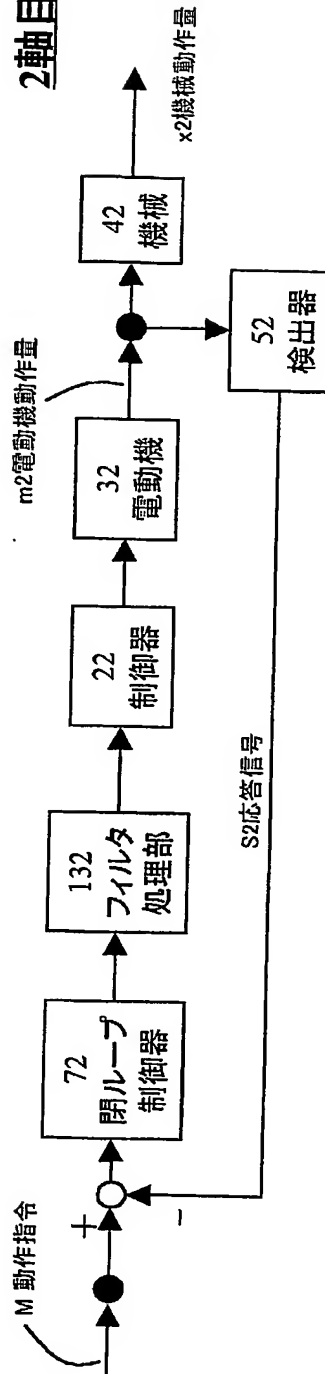
【図 7】



【図 8】

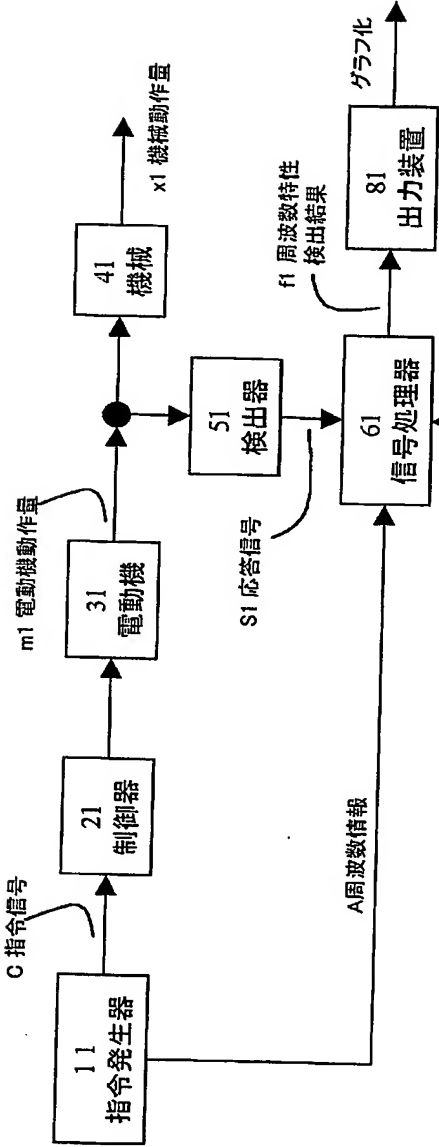


【図 9】

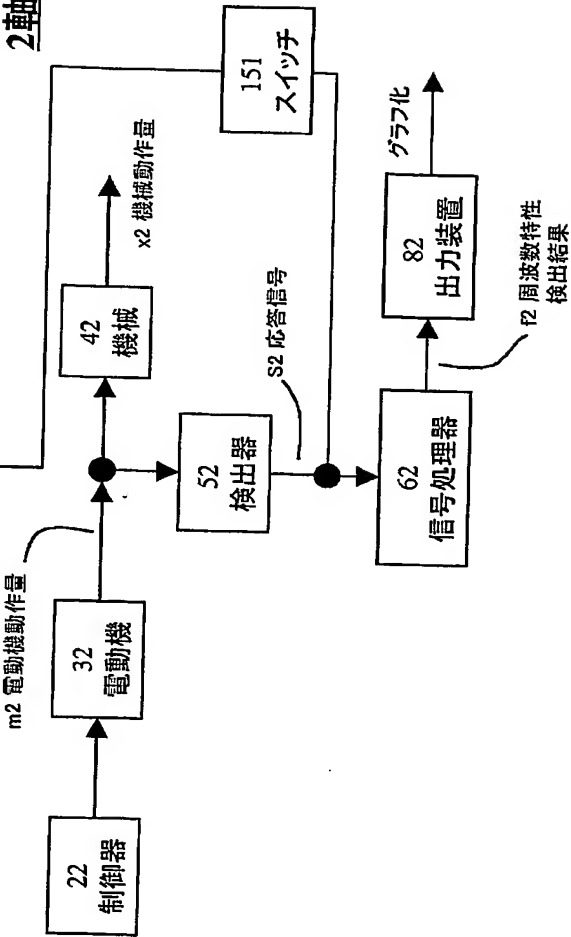
**1軸目****2軸目**

【図 10】

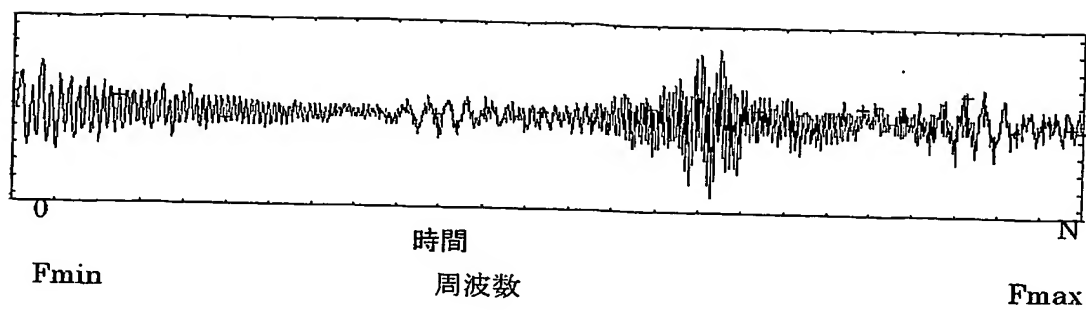
1軸目



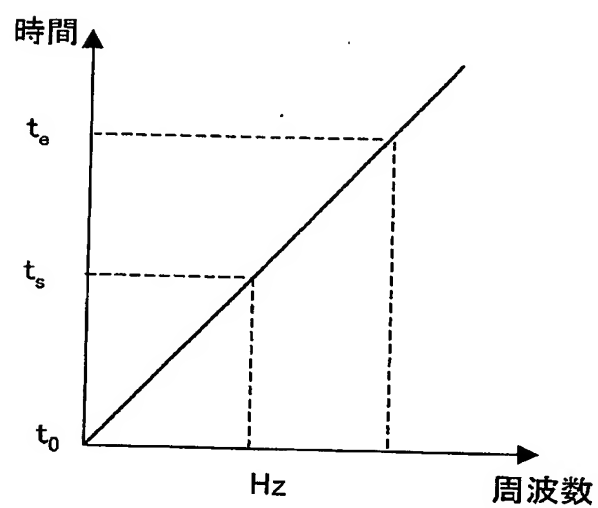
2軸目



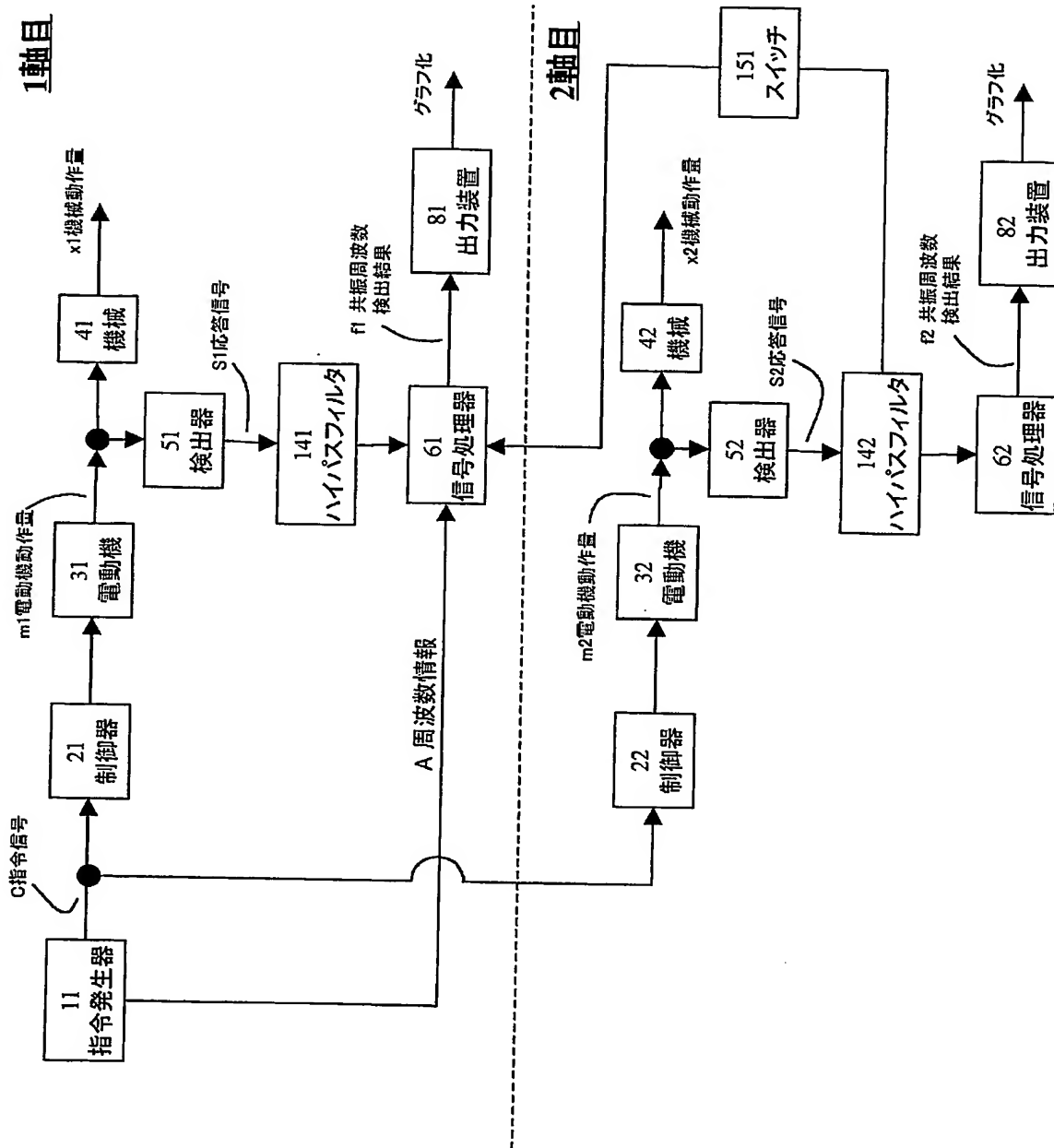
【図 1 1】



【図 1 2】

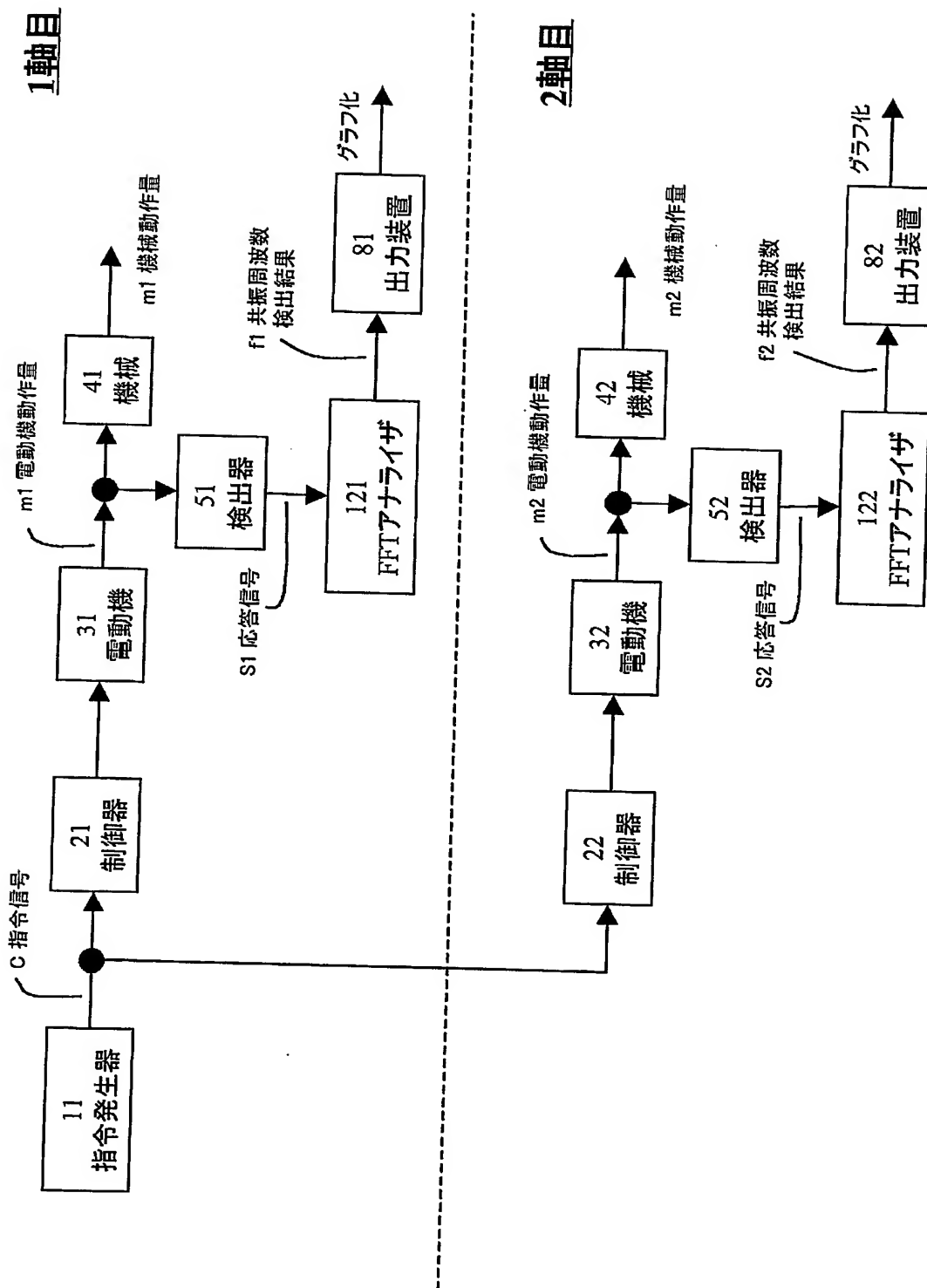


【図13】





【図 14】



## 【書類名】

## 要約書

## 【要約】

【課題】 複数軸を持つ機械において、動作軸に影響を及ぼす他軸の共振周波数が検出できる多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置を提供する。

【解決手段】 機械 4 1, 4 2 を駆動する電動機 3 1, 3 2 と、電動機 3 1, 3 2 を駆動する制御器 2 1, 2 2 とを有する電動機制御系を複数備え、各電動機制御系に、機械 4 1, 4 2 の動作量を検出する検出器 5 1, 5 2 と、検出器 5 1, 5 2 の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器 6 1, 6 2 と、信号処理器 6 1, 6 2 の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置 8 1, 8 2 とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、機械 4 1, 4 2 に振動を伝える制御指令を電動機制御系に与える指令発生器 1 1 を設け、複数の検出器 5 1, 5 2 の信号を信号処理器 6 1 に入力して共振周波数として出力するようにした。

## 【選択図】

図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 0 1 9 3 9
受付番号	5 0 3 0 0 0 1 6 2 0 1
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 1 月 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 1月 8日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 0 1 9 3 9

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 2 2 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 1 年 9 月 2 7 日

名称変更

住所変更

住 所  
氏 名

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号  
株式会社安川電機

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**